

Dispenser for very small volumes of fluid, e.g. in cell manipulation, has displacement chamber through which fluid is moved by piston actuated by electrochemically operated bellows

Publication number: DE10136904

Publication date: 2003-02-20

Inventor: GRAFF ANDREAS (DE)

Applicant: EPPENDORF AG (DE)

Classification:

- international: G01F11/02; G01F11/02; (IPC1-7): G01F11/06; C12M1/34

- European: G01F11/02B10

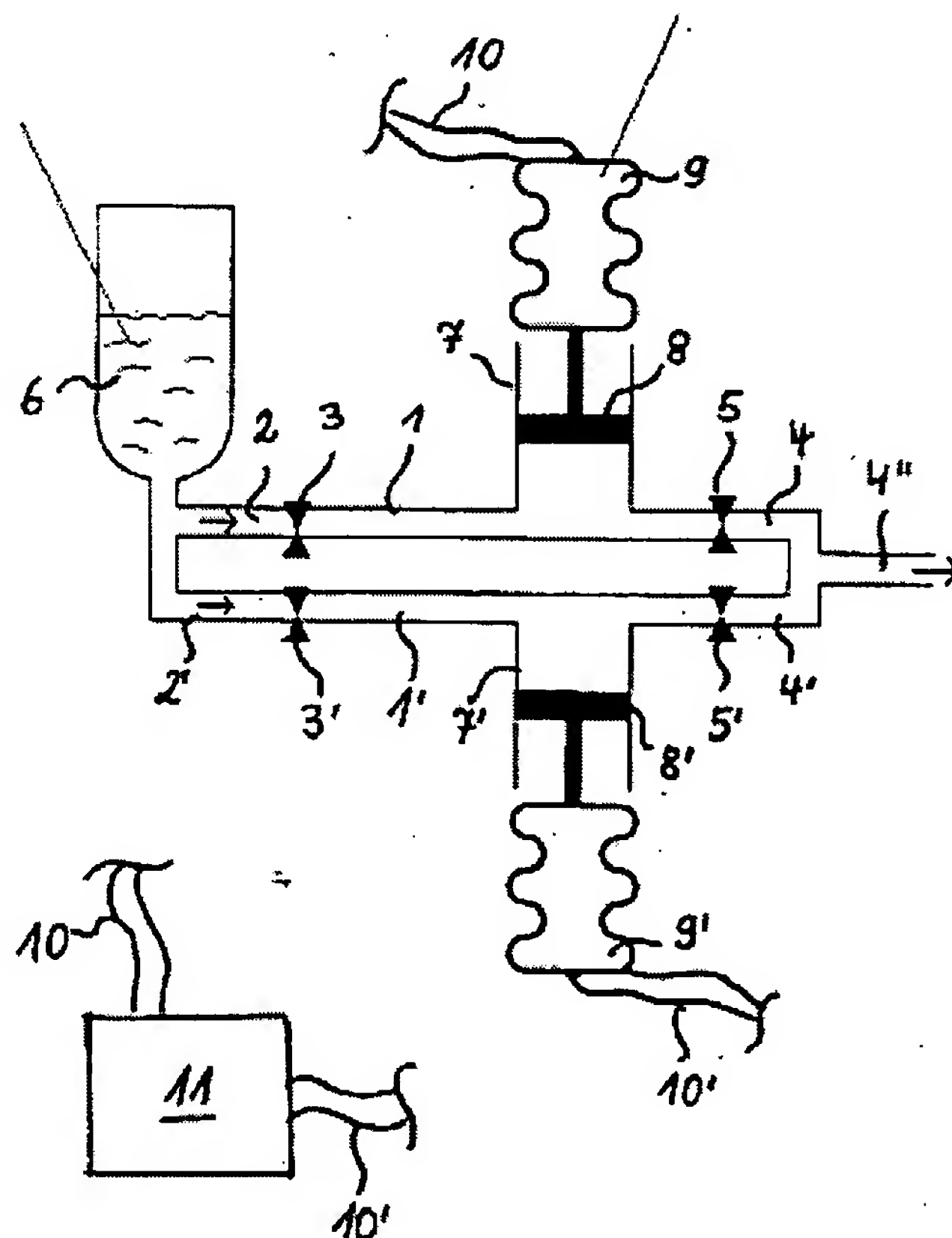
Application number: DE20011036904 20010728

Priority number(s): DE20011036904 20010728

[Report a data error here](#)

Abstract of DE10136904

Dispenser for very small volumes of fluid has a displacement chamber (1) through which fluid is moved by a piston (8). This is actuated by an electrochemically operated bellows (9) connected to the piston rod. The displacement chamber is fitted with an inlet (2) connected to fluid reservoir (6) with a valve (3) which opens as the piston is withdrawn and an outlet with a second valve (5) which closes as it is withdrawn. The dispenser is controlled by current from a control unit (11) connected to the bellows. The dispenser has two interconnected displacement chambers (1, 1') with connected inlets (2, 2') and outlets (4, 4'). Each chamber is fitted with its own piston (8, 8'), each with a bellows (9, 9'). These operate so that fluid is drawn into one chamber as it is expelled from the other.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 36 904 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
G 01 F 11/06
C 12 M 1/34

⑳ Aktenzeichen: 101 36 904.2
㉔ Anmeldetag: 28. 7. 2001
㉕ Offenlegungstag: 20. 2. 2003

DE 101 36 904 A 1

㉑ Anmelder:
Eppendorf AG, 22339 Hamburg, DE

㉒ Vertreter:
Patentanwälte Hauck, Graalfs, Wehnert, Döring,
Siemons, 20354 Hamburg

㉓ Erfinder:
Graff, Andreas, Dipl.-Ing., 22177 Hamburg, DE

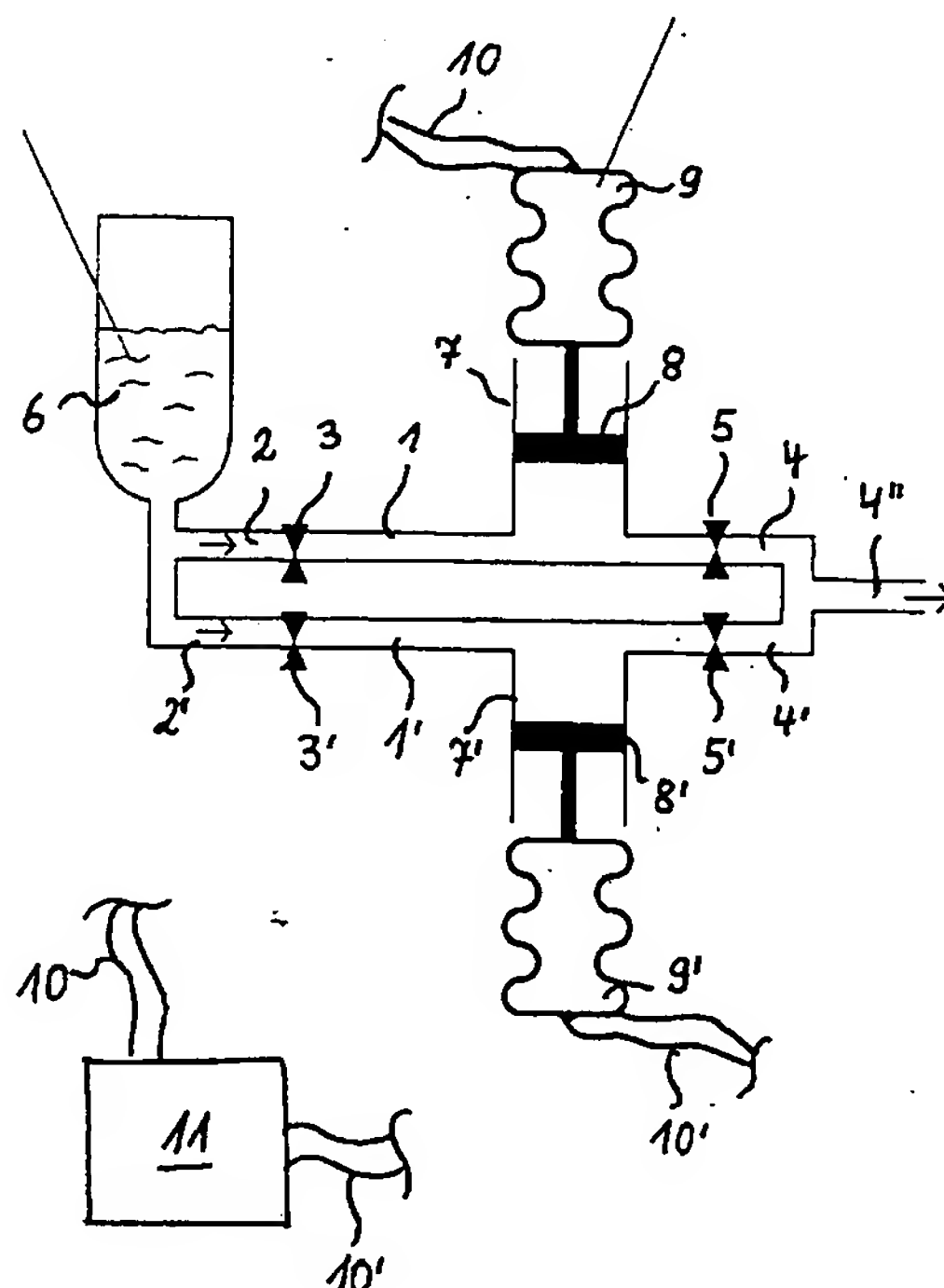
㉔ Entgegenhaltungen:
DE 195 46 570 C1
DE 43 31 764 C1
DE 199 17 327 A1
S.Böhm et.a.: A Bi-Directional Electrochemically
Driven..., Proceedings IEEE 13. Annual Conference
on Micro Electro Mechanical Systems, Jan. 2000,
S. 92-95;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉕ Vorrichtung zum Fördern und/oder Dosieren kleinste Fluidmengen

㉖ Vorrichtung zum Fördern und/oder Dosieren kleinster Fluidmengen mit
- einer Verdrängungskammer (1) mit einer verlagerbaren Begrenzung (8) zum Verdrängen von Flüssigkeit in der Verdrängungskammer (1) und mit einem Auslaß (4),
- einem auf die verlagerbare Begrenzung (8) wirkenden elektrochemischen Aktor (9) zum Verlagern der Begrenzung (8) und
- einer mit dem elektrochemischen Aktor (9) elektrisch verbundenen elektrischen Steuerungseinrichtung (11) zum Steuern des elektrochemischen Aktors (9).



DE 101 36 904 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Fördern und/oder Dosieren kleinster Fluidmengen.

[0002] Vorrichtungen der eingangs erwähnten Art werden beispielsweise im Bereich der Zellmanipulation benötigt, wo flüssige Medien in Volumenströmen von ca. von 10 µl pro Stunde und darunter gefördert werden müssen. Des weiteren sind für viele Anwendungen, insbesondere in der Mikrobiologie, Dosiermengen in Nanoliter-Bereich und Picoliter-Bereich von Interesse.

[0003] Bisherige Vorrichtung zum Fördern und/oder Dosieren haben den Nachteil, daß sie flüssige Medien in verhältnismäßig großen Volumenströmen fördern bzw. große Volumina dosieren. Weitere Nachteile bekannter Vorrichtungen sind, daß sie flüssige Medien nicht gleichförmig fördern, nur im Freistrahle abgeben, keinen Gegendruck überwinden können bzw. nicht selbst ansaugend sind.

[0004] Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Fördern und/oder Dosieren zu schaffen, die kleinste Fluidmengen fördern und/oder dosieren kann.

[0005] Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0006] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Fördern und/oder Dosieren kleinster Fluidmengen hat

- eine Verdrängungskammer mit einer verlagerbaren Begrenzung zum Verdrängen eines Fluides in der Verdrängungskammer und mit einem Auslaß,
- einen auf die verlagerbare Begrenzung wirkenden elektrochemischen Aktor zum Verlagern der Begrenzung und
- eine mit dem elektrochemischen Aktor elektrisch verbundene elektrische Steuerungseinrichtung zum Steuern des elektrochemischen Aktors.

[0007] In dem elektrochemischen Aktor befindet sich in einem größenveränderlichen Behältnis ein Medium, in dem durch Anlegen bzw. Abziehen eines elektrischen Stromes eine Umsetzung bewirkt werden kann, die zu einer Veränderung des Innendruckes im Behältnis führt. Dabei kann es sich insbesondere um eine Umsetzung handeln, die durch Erzeugung bzw. Verbrauch eines Gases den Innendruck im Behältnis beeinflußt. Die Veränderung des Innendruckes kann in eine Größenänderung des Behältnisses und/oder in eine Änderungen einer von diesem ausgeübten Kraft umgesetzt werden. Die Umsetzung des Mediums kann reversibel erfolgen, so daß eine gegenläufige Größen- bzw. Kraftänderung durch Anlegen bzw. Abziehen eines Stromes bewirkt werden kann.

[0008] Vorzugsweise arbeitet der elektrochemische Aktor wie ein Akkumulator, in dem durch Anlegen eines Ladestroms an ein elektrolytisches Medium ein Gas (Wasserstoff) gebildet und bei Abziehen eines Entladestroms verbraucht wird. Der elektrochemische Aktor kann insbesondere ein balgartiges Behältnis aufweisen, in dem Elektroden angeordnet sind, an die von außen ein Strom angelegt bzw. abgezogen werden kann. Im Inneren des Behältnisses befindet sich das Medium, in dem bei Anlegen bzw. Abziehen eines Stromes eine Umsetzung stattfindet. Durch Dehnen des Balges werden die Kräfte zur Verlagerung der Begrenzung aufgebracht. Ferner kann eine Federeinrichtung vorhanden sein, die den Balg zusammenzieht, wenn die Umsetzung in umgekehrter Richtung abläuft. Die Feder kann beispielsweise von dem Mantel des Balges gebildet oder in diesem

integriert sein.

[0009] Die Vorrichtung hat den Vorteil, daß die insgesamt bei einer Dosierung geförderten Fördermengen bzw. die Fördermengenströme (zusammenfassend als "Fördermengen" bezeichnet) nach unten praktisch unbegrenzt steuerbar sind, entsprechend der Steuerbarkeit der chemischen Umsetzung durch den angelegten bzw. abgezogenen Strom. Andererseits ermöglicht die Kinetik der Umsetzung auch große Fördermengen. Die Vorrichtung kann deshalb einen besonders großen Dynamikbereich haben, in dem Fördermengen genau steuerbar sind. Durch die genaue Steuerbarkeit der Umsetzung ist auch eine sehr gleichförmige Förderung des Fluids möglich.

[0010] Wenn der elektrochemische Aktor die Begrenzung bezüglich der Verdrängungskammer nach innen verlagert, wird das Fluid aus dem Auslaß herausgefördert. Diese Verdrängung des Fluids kann auch gegen einen Gegendruck erfolgen. Wenn der elektrochemische Aktor die Begrenzung bezüglich der Verdrängungskammer nach außen verlagert, kann durch den Auslaß ein Fluid angesaugt werden. Die Vorrichtung ist selbstansaugend. Die aufgenommene und abgegebene Fluidmenge kann genau gesteuert werden. Die Vorrichtung kann insbesondere wie eine Pipette oder ein Dispenser arbeiten.

[0011] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung hat die Verdrängungskammer einen Einlaß mit einem Einlaßventil, das sich beim Verlagern der Begrenzung nach außen öffnet und beim Verlagern der Begrenzung nach innen schließt, und einen Auslaß mit einem Auslaßventil, das sich beim Verlagern der Begrenzung nach außen schließt und beim Verlagern der Begrenzung nach innen öffnet. Durch ein wiederholtes Verlagern der Begrenzung nach außen und nach innen kann ein Ansaugen eines Fluids durch den Einlaß und ein Ausdrücken des Fluids aus dem Auslaß bewirkt werden.

[0012] Das Einlaßventil und/oder das Auslaßventil kann ein passives Sperrventil (z. B. Klappenventil oder Kugelrückschlagventil) und/oder ein aktives Sperrventil (z. B. ein durch ein elektrischen Aktor gesteuertes Klappenventil) sein. Ein passives Sperrventil wird durch die Druckveränderungen in der Verdrängungskammer gesteuert. Ein aktives Sperrventil wird bevorzugt von der elektrischen Steuerungseinrichtung in einer mit der Steuerung des elektrochemischen Aktors koordinierten Weise gesteuert.

[0013] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist die Begrenzung ein Kolben, der in einem Zylinder der Verdrängungskammer verlagerbar ist.

[0014] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist der zeitliche Verlauf des von der elektrischen Steuerungseinrichtung an den elektrochemischen Aktor angelegten und/oder von diesem abgezogenen Stroms zur Realisierung einer vorgegebenen Fördercharakteristik steuerbar.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung weist die Vorrichtung einen mit dem Einlaß der Verdrängungskammer verbundenen Vorratsbehälter auf.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung weist die Vorrichtung zwei Verdrängungskammern auf, deren Einlässe miteinander verbunden sind und deren Auslässe miteinander verbunden sind und auf deren Begrenzungen mindestens ein von der elektrischen Steuerungseinrichtung gesteuerter elektrochemischer Aktor wirkt, so daß sich die Begrenzung der einen Verdrängungskammer zum Ansaugen eines Fluids in diese Verdrängungskammer nach außen bewegt und zugleich die Begrenzung der anderen Verdrängungskammer zum Ausdrücken eines Fluids aus dieser Verdrängungskammer nach innen bewegt und umgekehrt und hierdurch ein quasi kontinuierlicher Fluidmengenstrom am Auslaß erzeugt wird.

[0017] Grundsätzlich ist es möglich, daß ein einziger elek-

trochemischer Aktor beide Begrenzungen in der beschriebenen Weise verlagert. Vorzugsweise ist jedoch jeder Begrenzung ein eigener elektrochemischer Aktor zugeordnet.

[0018] Die Vorrichtung kann beliebige Fluide fördern bzw. dosieren, insbesondere Flüssigkeiten oder Gase. Sie kann auch Mehrphasengemische von Flüssigkeiten und/oder Gasen und/oder Feststoffen fördern bzw. dosieren.

[0019] Die Vorrichtung kann ganz oder teilweise mikrosystemtechnisch hergestellt sein, insbesondere aus Halbleitern und/oder Kunststoffen und/oder Glas und/oder Keramik und/oder Metallen, wobei geeignete Fertigungsverfahren der Mikrotechnik bzw. Mikrostrukturierungen zum Einsatz kommen können, z. B. Lithographie- und Ätzverfahren (bei Halbleitern) oder Ligaverfahren (bei Metallen Kunststoffen und Keramiken). Der elektrochemische Aktor kann auch ein separates Bestandteil sein. Er kann beispielsweise vom Typ ECA (z. B. SK 5/300) der Firma Friwo Silberkraft Gesellschaft für Batterietechnik mbH, Meidericher Str. 6-8, D-47058 Duisburg sein.

[0020] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der anliegenden grob schematischen Zeichnung eines Ausführungsbeispiels näher erläutert:

Die Vorrichtung zum Pumpen und Dosieren kleinster Flüssigkeitsmengen hat zwei parallele Verdrängungskammern 1, 1', die jeweils einen Einlaß 2, 2' mit einem Einlaßventil 3, 3' und einen Auslaß 4, 4' mit einem Auslaßventil 5, 5' aufweisen. Die Einlaßventile 3, 3' und Auslaßventile 5, 5' sind jeweils passive Sperrventile bzw. Rückschlagventile.

[0021] Die Einlässe 2, 2' sind an den Auslaß eines Vorrats 6 für Flüssigkeiten angeschlossen. Die Auslässe 4, 4' sind zu einem gemeinsamen Auslaß 4" zusammengeführt.

[0022] Jede Verdrängungskammer 1, 1' weist einen Zylinder 7, 7' auf, in dem ein Kolben 8, 8' verlagerbar angeordnet ist. Außen wirken auf die Kolben elektrochemische Aktoren 9, 9', die über elektrische Verbindungsleitungen 10, 10' mit einer elektrischen Steuerungsvorrichtung 11 verbunden sind.

[0023] Diese Vorrichtung arbeitet wie folgt:

Die elektrochemischen Aktoren 9, 9' werden von elektrischer Steuerungseinrichtung 11 elektrisch angesteuert. Die Ausdehnung der Aktoren 9, 9' ist proportional der zugeführten elektrischen Ladung. Das Zusammenziehen der Aktoren 9, 9' ist proportional zur abgezogenen elektrischen Ladung, die beispielsweise einem elektrischen Widerstand zugeführt werden kann. Das Zusammenziehen der Aktoren 9, 9' wird durch eine Federwirkung des balgartigen Behältnisses der Aktoren bewirkt.

[0024] Die elektrische Steuerungseinrichtung 11 steuert die Kolben 9, 9' gegenläufig. Wenn der Kolben 9 tiefer in den Zylinder 7 verlagert wird, wird der Kolben 9' außen weiter aus dem Zylinder 7' herausgezogen. Hierdurch wird aus der Verdrängungskammer 1 Flüssigkeit durch das Ventil 5 und den Ausgang 4" herausgedrückt und von dem Kolben 9' Flüssigkeit durch den Eingang 2' und das Ventil 3' in die Verdrängungskammer 1' eingesogen. Wenn der Kolben 9 maximal zur Verdrängungskammer 1 hin verlagert und der Kolben 9' maximal von der Verlängerungskammer 1' wegverlagert ist, wird der Vorgang umgekehrt, d. h. der Kolben 9' drückt Flüssigkeit aus der Verdrängungskammer 1' durch den Ausgang 4" heraus und der Kolben 9 saugt Flüssigkeit in die Verdrängungskammer 1 durch den Einlaß 2 hinein.

[0025] Durch den um 180° verschobenen Betrieb der beiden Kolben 9, 9' kann eine gleichmäßige Förderung von Flüssigkeit aus dem Auslaß 4" erreicht werden. Die Fördermenge ist lediglich vom zeitlichen Verlauf der zugeführten elektrischen Energie abhängig und zu kleinen Mengen hin praktisch nicht begrenzt. Je nach zeitlichen Verlauf der elektrischen Ladung, die an die elektrochemischen Aktoren 9, 9'

angelegt bzw. von diesen abgezogen wird, können unterschiedliche Fördercharakteristiken realisiert werden.

[0026] Die Ausführungsform der Ventile 3, 3', 5, 5' hängt vom Anwendungsfall ab. Für eine reine Durchflußpumpe können passive mechanische Ventile ausreichen. Für einen Dosierer können unabhängig voneinander anzusteuern Ventile vorzuziehen sein.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Fördern und/oder Dosieren kleinster Fluidmengen mit einer Verdrängungskammer (1) mit einer verlagerbaren Begrenzung (8) zum Verdrängen von Flüssigkeit in der Verdrängungskammer (1) und mit einem Auslaß (4), einem auf die verlagerbare Begrenzung (8) wirkenden elektrochemischen Aktor (9) zum Verlagern der Begrenzung (8) und einer mit dem elektrochemischen Aktor (9) elektrisch verbundenen elektrischen Steuerungseinrichtung (11) zum Steuern des elektrochemischen Aktors (9).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Verdrängungskammer (1) einen Einlaß (2) mit einem Einlaßventil (3), das sich beim Verlagern der Begrenzung (8) nach außen öffnet und beim Verlagern der Begrenzung (8) nach innen schließt, und einen Auslaß (4) mit einem Auslaßventil (5), das sich beim Verlagern der Begrenzung (8) nach außen schließt und beim Verlagern der Begrenzung (8) nach innen öffnet, aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der das Einlaßventil (3) und/oder das Auslaßventil (5) ein passives Sperrventil und/oder ein aktives Sperrventil ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Begrenzung ein Kolben (8) ist, der in einem Zylinder (7) der Verdrängungskammer (1) verlagerbar ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der der zeitliche Verlauf des von der elektrischen Steuerungseinrichtung (11) an den elektrochemischen Aktor (9) angelegten und/oder von diesem abgezogenen Stroms steuerbar ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, die einen mit dem Einlaß (2) der Verdrängungskammer (1) verbundenen Vorratsbehälter (6) aufweist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, die zwei Verdrängungskammern (1, 1') aufweist, deren Einlässe (2, 2') miteinander verbunden sind und deren Auslässe (4, 4') miteinander verbunden sind und auf deren Begrenzungen (8, 8') mindestens ein von der elektrischen Steuerungseinrichtung (11) gesteuerter elektrochemischer Aktor (9, 9') wirkt, so daß sich die Begrenzungen (8) der einen Verdrängungskammer (1) zum Ansaugen eines Fluids in diese Verdrängungskammer (1) nach außen bewegt und zugleich die Begrenzung (8') der anderen Verdrängungskammer (1') zum Ausdrücken eines Fluids aus dieser Verdrängungskammer (1') nach innen bewegt und umgekehrt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

